

① BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫

Offenlegungsschrift

⑩

DE 195 28 628 A 1

⑤

Int. Cl.:

B 60 L 7/18

B 60 L 7/26

B 60 K 6/02

B 60 K 41/00

B 60 K 28/16

B 60 T 1/10

B 60 T 8/32

⑳

Aktenzeichen:

195 28 628.6

㉑

Anmeldetag:

4. 8. 95

㉒

Offenlegungstag:

6. 2. 97



DE 195 28 628 A 1

㉓ Anmelder:

Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

㉔ Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

㉕ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	42 02 083 C2
DE	44 37 322 A1
DE	44 36 383 A1
DE	43 23 620 A1
DE	41 42 863 A1
DE	41 24 496 A1
DE	41 24 496 A1
DE	37 25 620 A1
DE	28 23 225 A1
DE	86 02 144 U1
US	53 43 970
US	43 51 405

HÖHN, Bernd-Robert, PINNEKAMP, Burkhard: Der  
Autarke Hybrid - Ein universelles Antriebskonzept  
für Pkw. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 96,  
1994, 5, S. 294-300;  
JP 4-81347 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
M-1274, July 2, 1992, Vol. 16, No. 299;

㉖ Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug

㉗ Bei einem Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem  
Verbrennungsmotor und einem Elektromotor als Antriebe,  
die auf die Antriebswelle eines Geschwindigkeitswechselge-  
triebes des Kraftfahrzeuges wirken, wobei der Elektromotor  
als Generator zur Erzeugung einer Bremswirkung im Schub-  
betrieb umsteuerbar ist, ist zum Sicherstellen stabiler Fahr-  
zustände die Nutzbremswirkung des Elektromotors mittel-  
oder unmittelbar von der Fahrzeugverzögerung abhängig  
gesteuert. Bevorzugt wird das Motorbremsmoment abhän-  
gig von der eingelegten Übersetzungsstufe derart gesteuert,  
daß bei kurzer Übersetzung ein niedriges und bei langer  
Übersetzung ein hohes Motorbremsmoment eingesteuert  
wird.

DE 195 28 628 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft einen Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einer primären Antriebsquelle, insbesondere einem Verbrennungsmotor, und einem Elektromotor als Antriebe, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Einen derartigen Hybridantrieb zeigt beispielsweise die DE 44 36 383 A1. Dabei wirkt der Elektromotor über die Antriebswelle des Geschwindigkeitswechselgetriebes, hier ein Schaltgetriebe, sowohl als batteriegespeicherter Antriebsmotor insbesondere im niedrigen Geschwindigkeitsbereich als auch als Generator. Im Generatorbetrieb kann beispielsweise in Schubbetriebsphasen und/oder Bremsbetrieb Energie zurückgewonnen, aber auch das Fahrzeug abgebremst werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, den gattungsgemäßen Hybridantrieb derart weiterzubilden, daß bei optimierter Energierückgewinnung komfortable und sichere Fahrzustände gewährleistet sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den weiteren Patentansprüchen entnehmbar.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Nutzbremmung des Elektromotors abhängig von der Verzögerung des Fahrzeuges so zu steuern, daß ruckfreie Verzögerungsabläufe mit dennoch hoher Energierückführung verwirklichtbar sind. Derartige Verzögerungsabläufe können beispielsweise kennfeldgesteuert nach definierten Verzögerungsalgorithmen ablaufen.

In einer vereinfachten Ausführungsform kann die Nutzbremmung abhängig vom vorliegenden Übersetzungsverhältnis im Geschwindigkeitswechselgetriebe, welches ein Stufengetriebe, aber auch ein stufenloses Getriebe sein kann, gesteuert sein, wobei die Nutzbremmung bzw. die Generatorleistung des Elektromotors bei kurzer Getriebeübersetzung niedriger und bei langer Getriebeübersetzung höher ist. Dabei können die ggf. fest vorgegebenen Übersetzungen des Wechselgetriebes mit der einsteuerbaren Nutzbremmwirkung so verknüpft sein, daß eine zumindest annähernd gleiche Fahrzeugverzögerung in allen Getriebeübersetzungen erzielt wird.

Bei Fahrzeugen mit einer Antischlupfregelung oder einem Anti-Blockier-System in der Betriebsbremse können die an den Antriebsrädern vorhandenen Schlupfsensoren in die Regelung oder Steuerung der Nutzbremmwirkung des Elektromotors mit einbezogen werden. D. h., daß bei einem definierten auftretenden Rad-schlupf an den angetriebenen Rädern bei betätigter oder nicht betätigter Bremse des Kraftfahrzeuges die Generatorwirkung des Elektromotors entsprechend vermindert oder ggf. sogar deaktiviert wird. Damit ist sichergestellt, daß beispielsweise bei Fahrbahnzuständen mit niedrigem Haftbeiwert instabile Fahrzustände vermieden werden. Andererseits kann die Generatorleistung des Elektromotors innerhalb der Komfortgrenzen und der durch die Fahrbahn gegebenen Haftzustände optimal zur Energierückgewinnung ausgenutzt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Hybridantriebes für ein Kraftfahrzeug mit einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor und einer Einrichtung zum Steuern der Nutzbremmwirkung des Elektromotors, und

Fig. 2 ein Diagramm mit dem Nutzbremsmoment  $M_B$  des Elektromotors bei verschiedenen Getriebeübersetzungen.

Der dargestellte Hybridantrieb setzt sich im wesentlichen zusammen aus einem Verbrennungsmotor 10, einer elektrohydraulischen Trennkupplung 12, einem Geschwindigkeits-Wechselgetriebe 14 und einem Elektromotor 16, die der besseren Darstellung wegen in Abschnitte geteilt gezeichnet sind, tatsächlich aber zur einer Antriebseinheit zusammengebaut sind.

Der Verbrennungsmotor 10 kann z. B. ein direkt einspritzender Turbodieselmotor sein, dessen an die Kurbelwelle angeflanschte Schwungscheibe 18 Teil der als Schwungnutzautomatik ausgeführten Trennkupplung 12 mit einer hydraulischen Betätigung — bestehend aus einem hydraulischen Nehmerzylinder 20 und einer Hydraulikeinheit 22 mit Pumpe, Steuerventilen, Druckspeicher, etc. — und einer Steuerelektronik 24 ist.

Die Trennkupplung 12 treibt das vordere Ende der Antriebswelle 26 des Wechselgetriebes 14 an, dessen Abtriebswelle 28 ein Antriebsritzel 30 für den nicht näher dargestellten Achsantrieb bzw. das Differential 32 für den Antrieb der Vorderräder 34 des Kraftfahrzeuges trägt. Im Ausführungsbeispiel sind wie ersichtlich über eine nicht dargestellte Schaltbetätigung vier Gangstufen bzw. Übersetzungen I—IV des Wechselgetriebes 14 schaltbar.

Der Elektromotor 16, ein Drehstrom-Synchronmotor mit relativ geringem Massenträgheitsmoment wirkt über eine Zahnrad-Vorgelegestufe 36 ohne Zwischenschaltung einer Kupplung direkt auf das andere Ende der Antriebswelle 26 des Wechselgetriebes 14.

Der Elektromotor 16 ist an eine Stromversorgungseinheit 38 mit Batterien 40 und einer Stromregелеinheit 42 angeschlossen und kann als Antriebsmotor, als Generator zum Aufladen der Batterien 40 bei verbrennungsmotorischem Betrieb, im Leerlauf und schließlich als Synchronisator für das Wechselgetriebe 14 arbeiten.

Der Elektromotor 16 kann dabei mittels eines Betriebsartenschalters 44 auf Elektroantrieb geschaltet werden, wobei dessen Antriebsleistung dann über das Gaspedal 46 und die Stromregelungseinheit 42 gesteuert wird.

Beim Umschalten auf Betrieb mit Verbrennungsmotor 10 wird der Elektromotor 16 als Generator betrieben, sofern die Batterien 40 regeneriert werden sollen; andernfalls wird der Elektromotor 16 im Leerlauf mitgetrieben oder treibt zur kurzfristigen Erhöhung der Antriebsleistung des Hybridantriebes das Kraftfahrzeug mit an.

Sobald über die nicht dargestellte Schaltbetätigung des Wechselgetriebes 14 eine Gangänderung eingeleitet wird — dies wird von der Steuerelektronik 24 der Trennkupplung 12 durch in die Schaltbetätigung integrierte elektrische Schalter und/oder Potentiometer erkannt — wird die Trennkupplung 12 ausgerückt und zugleich der Elektromotor 16 als Synchronisator aktiviert. Dabei berechnet eine Steuerelektronik in der Stromregelungseinheit 42 anhand von Drehzahlsignalen  $n$  der Abtriebswelle 26 und von Gangsignalen  $i$  des zu schaltenden Ganges

des Wechselgetriebes 14 die erforderliche Solldrehzahl der Antriebswelle 26, vergleicht diese mit dem Ist-Drehzahlssignal und steuert über die Stromregelungseinheit 42 eine positive oder negative Beschleunigung des Elektromotors 16 zur Erzielung eines Synchronlaufes der zu schaltenden Übersetzungsstufe.

Die nicht dargestellte Steuerelektronik der Stromregelungseinheit 42 steuert bei über den Betriebsartenschalter 44 vorgegebenem elektromotorischem Betrieb des Hybridfahrzeuges, aber auch bei verbrennungsmotorischem Betrieb, die von dem Elektromotor 16 im Generatorbetrieb bzw. bei Rückladung der Batterien 40 ausgeübte Nutzbremswirkung.

Diese Nutzbremswirkung entspricht einer definierten Fahrzeugverzögerung und errechnet sich aus der eingelegten Übersetzung I bis IV des Geschwindigkeits-Wechselgetriebes 14 in Verbindung mit der eingesteuerten Generatorleistung (bei Schubbetrieb ohne Bremsung durch die Betriebsbremse).

Die Fig. 2 zeigt dazu den Getriebeängen I—III entsprechende Bremsmomentkurven bzw. Generatorleistungskurven an, wobei das Bremsmoment  $M_B$  jeweils multipliziert mit der Übersetzung  $i$  eine etwa gleiche Fahrzeugverzögerung  $a_B$  ergibt. So zeigt die Kurve I einen flachen Anstieg der Generatorleistung des Elektromotors 16 mit einer entsprechend niedrigen Endleistung, die jedoch verglichen mit dem entsprechend hohem Antriebsmoment eine hohe Nutzbremswirkung ergibt, während beispielsweise die Momentenkurve  $M_B$  im dritten Gang III einen steilen Momentenanstieg und ein hohes Endbremsmoment anzeigt die jedoch verglichen mit der geringeren Antriebsmomentenübersetzung etwa der gleichen Fahrzeugverzögerung  $a_B$  entspricht.

Die Steuerelektronik der Stromregelungseinheit 42 ist ferner mit dem Steuergerät 48 eines Anti-Blockier-Bremssystems der Betriebsbremse des Kraftfahrzeuges verbunden. Über dieses Steuergerät wird über nicht dargestellte Radschlupfsensoren an den Vorderrädern 34 des Kraftfahrzeuges der Radschlupf überwacht. Ferner wird die Betätigung der Betriebsbremse über das Bremssignal B erfaßt.

Bei einem auftretenden, unzulässigen Radschlupf bei erkanntem Schubbetrieb und ggf. Bremsbetrieb durch die Betriebsbremse wird von dem ABS-Steuergerät 48 die Steuerelektronik in der Stromregelungseinheit 42 angesteuert und die Nutzbremswirkung des Elektromotors 16 vermindert oder ggf. deaktiviert. Dies kann beispielsweise durch Verschieben der in der Fig. 2 dargestellten Steuerkurven des Motorbremsmomentes  $M_B$  nach unten auf eine darunterliegende Steuerkurve oder bei der Steuerkurve entsprechend dem ersten Gang durch Deaktivieren der Nutzbremswirkung oder aber anhand eines im Steuerprogramm der Steuerelektronik abgelegten, dreidimensionalen Kennfeldes erfolgen.

Bei der Steuerung bzw. Regelung der Nutzbremswirkung sind folgende Zustände zweckmäßig:

Normaler Schubbetrieb (z. B. Ausrollen vor einer rot geschalteten Verkehrsampel)	— keine Nutzbremmung
Verzögerungsschubbetrieb, erkannt durch schnelles Zurücknehmen des Gaspedales, durch Gefällesensor, durch Drehzahlüberwachung, etc.	— Nutzbremmung übersetzungsabhängig, ggf. auch radschlupfabhängig
Schubbetrieb plus Bremsbetätigung —	Nutzbremmung übersetzungsabhängig und radschlupfabhängig

#### Patentansprüche

1. Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor als Antriebe, die auf die Antriebswelle eines Geschwindigkeitswechselgetriebes des Kraftfahrzeuges wirken, wobei der Elektromotor als Generator zur Erzeugung einer Nutzbremswirkung im Schub- und/oder Bremsbetrieb umsteuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nutzbremswirkung des Elektromotors (16) mittel- oder unmittelbar abhängig von der Fahrzeugverzögerung gesteuert ist.
2. Hybridantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nutzbremswirkung des Elektromotors (16) abhängig von der Getriebeübersetzung gesteuert ist.
3. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nutzbremswirkung des Elektromotors (16) bei kurzer Getriebeübersetzung niedriger und bei langer Getriebeübersetzung höher ist.
4. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1—3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis Nutzbremswirkung zu Übersetzungsverhältnis so gesteuert ist, daß stets die im wesentlichen gleiche Fahrzeugverzögerung resultiert.
5. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1—4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nutzbremswirkung zusätzlich abhängig vom Radschlupf der angetriebenen Räder (34) gesteuert ist und bei auftretendem Radschlupf vermindert oder deaktiviert ist.
6. Hybridantrieb nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Fahrzeugen mit ABS-Bremsregelung dessen Steuergerät (48) mit der Steuerelektronik der Stromregelungseinheit (42) des Elektromotors (16) kommuniziert und im Regelungsbetrieb die Nutzbremswirkung beeinflußt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

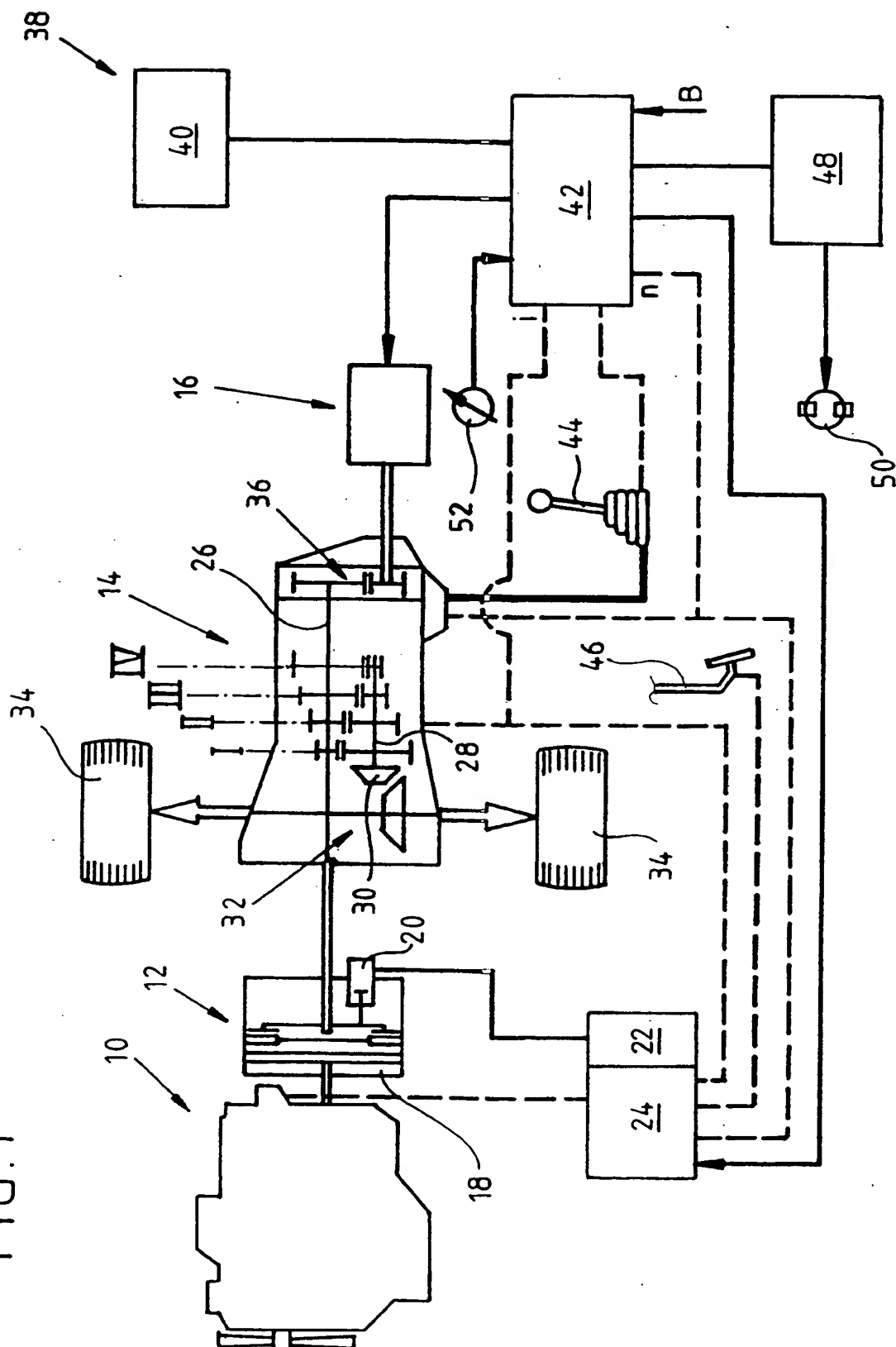


FIG. 2

